



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 50 903 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 01 M 8/04
H 01 M 8/02

②1 Aktenzeichen: 196 50 903.3
②2 Anmeldetag: 7. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 10. 6. 98

31353 U.S.P.T.O.
10/760666
012104

DE 196 50 903 A 1

⑦1 Anmelder:
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE

⑦4 Vertreter:
Rox, T., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 45133
Essen

⑦2 Erfinder:
Diekmann, Uwe, Dr., 52076 Aachen, DE; Grunwald,
Dirk, 52382 Niederzier, DE; Sigismund, Egon, 52080
Aachen, DE

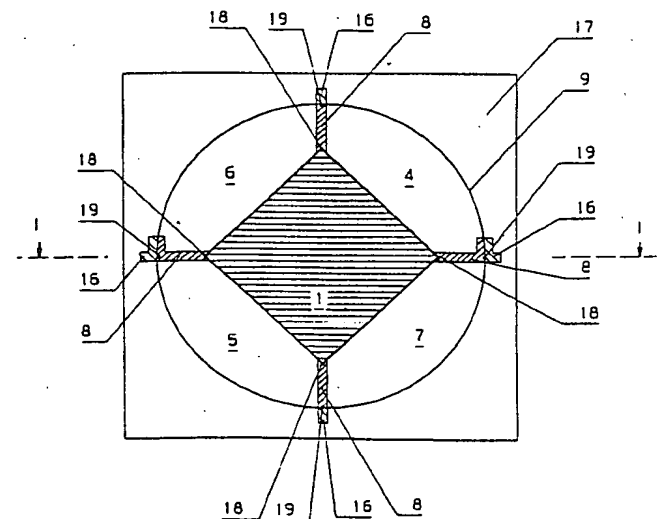
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 1 95 17 042 C1
DE 42 36 441 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gasversorgungseinrichtung für SOFC-Brennstoffzellenstapel

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Gasversorgungseinrichtung für einen Brennstoffzellenstapel, bei der das technische Problem, eine Gasversorgungseinrichtung anzugeben, die einen einfachen und somit kostengünstigen Aufbau aufweist und zugleich eine zuverlässige Versorgung der Brennstoffzellen mit Betriebsmitteln gewährleistet, durch eine Gasversorgungseinrichtung mit Stegen (8), die an inneren Längskante mit dem Brennstoffzellenstapel (1) und entlang jeweils einer Querkante mit Deckplatten (10, 11) verbunden sind, die den Brennstoffzellenstapel (1) in Längsrichtung abschließen, und mit einer an den äußeren Enden der Stege (8) befestigten Außenwand (9) gelöst ist.



DE 196 50 903 A 1

Die Erfindung betrifft eine Gasversorgungseinrichtung für einen Brennstoffzellenstapel.

Ein Brennstoffzellenstapel weist als wesentliche Bestandteile mehrere Brennstoffzellen auf. Eine Brennstoffzelle wiederum ist aus einer Kathode, einem Elektrolyten sowie einer Anode zusammengesetzt. Der Kathode wird ein Oxidationsmittel, z. B. Luft und der Anode wird ein Brennstoff, z. B. Wasserstoff zugeführt. Brennstoff sowie Oxidationsmittel werden im folgenden allgemein Betriebsmittel genannt.

Es gibt verschiedene Brennstoffzellentypen, z. B. die SOFC-Brennstoffzelle, die auch Hochtemperatur-Brennstoffzelle genannt wird, da ihre Betriebstemperatur bis zu 1000°C beträgt.

An der Kathode einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Oxidationsmittels Sauerstoffionen. Die Sauerstoffionen passieren den Elektrolyten und rekombinieren auf der Anodenseite mit dem vom Brennstoff stammenden Wasserstoff zu Wasser. Mit der Rekombination werden Elektronen freigesetzt und so elektrische Energie erzeugt.

Eine SOFC-Brennstoffzelle weist einen Feststoffelektrolyt auf, der O²⁻-Ionen, aber keine Elektronen leitet. Dabei wird üblicherweise Yttrium stabilisiertes Zirkonoxid, YSZ, als Material für den Feststoffelektrolyten verwendet.

Bei einer ersten herkömmlichen Bauweise besteht der Elektrolyt aus einer ca. 100–200 µm starken YSZ-Folie, die mit einer jeweils 50 µm dicken Anode und Kathode beschichtet ist. Die Mindestdicke des Elektrolyten ist dabei aus Stabilitätsgründen erforderlich, da ansonsten eine Handhabung und Weiterverarbeitung des Elektrolyten ohne Beschädigungen des Elektrolyten nicht möglich wäre. Für den Betrieb einer solchen Brennstoffzellenanordnung werden wegen der Dicke des Elektrolyten Temperaturen im Bereich von ca. 1000°C benötigt, um eine ausreichende Leitfähigkeit des Elektrolyten zu gewährleisten.

Ein anderes Konzept des Aufbaus einer Brennstoffzelle besteht darin, z. B. die Anode oder Kathode in Form eines ca. 2000 µm starken Substrats auszugestalten, das mit dem Material des Elektrolyten beschichtet ist. Dabei liegt die Dicke des Elektrolyten im Bereich von unter 20 µm, so daß eine Betriebstemperatur von lediglich 700–800°C für eine ausreichende O²⁻-Leitfähigkeit genügt. Dabei ergibt sich in vorteilhafter Weise, daß die gesamte Zelle mechanisch stabil ist. Statt der Anode oder Kathode kann auch ein Träger mit einer Dicke von 2000 µm verwendet werden, auf den als dünne Schichten die Anode, der Elektrolyt und die Kathode aufgebracht werden.

Zur Erzielung großer Leistungen werden mehrere Brennstoffzellen aufeinander gestapelt und elektrisch seriell miteinander verbunden. Das verbindende Element zweier Brennstoffzellen ist unter der Bezeichnung Interkonnektor bekannt. Es bewirkt die elektrische sowie die mechanische Kopplung zweier Brennstoffzellen. Ferner dient das verbindende Element der Bildung von Kathoden- oder Anodenräumen. In einem Kathodenraum befindet sich eine Kathode. In einem Anodenraum befindet sich eine Anode. Derart gestapelte Brennstoffzellen werden Brennstoffzellenstapel genannt.

An beiden Enden des Brennstoffzellenstapels sind ebenfalls verbindende Elemente angeordnet, die jedoch nur einseitig für die Führung eines Betriebsmittelstromes ausgestaltet sind. Diese Elemente werden Endplatten bezeichnet und werden von Deckplatten eingefasst, die Teile eines Gehäuses des Brennstoffzellenstapels darstellen. Sofern die Deckplatten und andere Teile des Gehäuses elektrisch lei-

tend sind, ist in der Regel das Anbringen einer elektrischen Isolierung zwischen den Endplatten und den Deckplatten notwendig.

Der Brennstoffzellenstapel wird üblicherweise im Kreuzstrom betrieben. Dabei dienen bei bspw. einem viereckigen Grundriß des Brennstoffzellenstapels jeweils zwei sich gegenüberliegende Seiten einen Ein- und Auslaß eines Betriebsmittels, während die beiden übrigen Seiten den Ein- und Auslaß des anderen Betriebsmittels darstellen. Somit kreuzen sich die beiden Betriebsmittelströme innerhalb des Brennstoffzellenstapels, ohne jedoch in direktem Kontakt miteinander zu stehen. Das verbindende Element dient dabei als die beiden Betriebsmittel voneinander trennendes und gleichzeitig führendes Element.

Aus dem Stand der Technik ist eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle bekannt, die einen ersten, Brenngaszuführungskasten genannten sowie einen zweiten, Nachbrennkammer genannten Gasversorgungskasten aufweist. Diese beiden Gasversorgungskästen, die hier mit dem Oberbegriff Betriebsmittelräume bezeichnet werden, dienen der Zu- und Ableitung von Betriebsmitteln in die Brennstoffzellen bzw. aus ihnen heraus. In der Nachbrennkammer können Wärmetauscher untergebracht sein.

Unter Betriebsmittelraum ist nachfolgend jeder Raum zu verstehen, der an einen Brennstoffzellenstapel unmittelbar angrenzt und der der Zu- oder Abführung von Betriebsmitteln dient. Ein derartiger Betriebsmittelraum muß dicht mit dem Brennstoffzellenstapel verbunden sein. Insbesondere bei den hohen Betriebstemperaturen treten jedoch Dichtigkeitsprobleme auf.

Die oben beschriebene Art von Gasversorgungseinrichtung wird als externe Gasversorgungseinrichtung bzw. als externes Manifold bezeichnet, da die Gasversorgungskästen nach dem Zusammenbau des Brennstoffzellenstapels seitlich an diesem angebracht werden. Dazu müssen die Gasversorgungskästen sowohl elektrisch isoliert mit dem Brennstoffzellenstapel verbunden als auch im thermischen Ausdehnungsverhalten an den Brennstoffzellenstapel angepaßt sein. Zudem müssen die Gasversorgungskästen eine ausreichende Hochtemperaturbeständigkeit aufweisen. Daher sind die aus dem Stand der Technik bekannten externen Gasversorgungskästen aus einem keramischen Material hergestellt.

Die externen Gasversorgungseinrichtungen weisen hohe Herstellungskosten auf, da sowohl das Material als auch dessen Bearbeitung aufwendig sind. Dieser Nachteil macht sich gerade bei praxisrelevanten, größeren Brennstoffzellenstapeln bemerkbar.

Aus dem Stand der Technik ist darüber hinaus eine interne Gasversorgungseinrichtung bekannt, die auch als internes Manifold bezeichnet wird, bei der die Betriebsmittelversorgung durch Schlitze erfolgt, die in den verbindenden Elementen eingebracht sind. Dafür ist eine flächige Vergrößerung der verbindenden Elemente über die Ausmaße der Brennstoffzellen hinaus erforderlich, so daß das teure keramische Material des verbindenden Elementes nur zu einem relativ geringen Anteil für die Funktion des verbindenden Elementes genutzt wird. Darüber hinaus sind zusätzliche Isolierschichten erforderlich, um einen Kurzschluß zwischen den verbindenden Elementen zu verhindern. Schließlich ist von Nachteil, daß die Abdichtung der einzelnen Brennstoffzellen nach dem Fügen des Stapels nicht nachgebessert werden kann.

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Gasversorgungseinrichtung anzugeben, die einen einfachen und somit kostengünstigen Aufbau aufweist und zugleich eine zuverlässige Versorgung der Brennstoffzellen mit Betriebsmitteln gewährleistet. Dabei besteht wei-

terhin das technische Problem der sicheren Abdichtung der Betriebsmittelwege innerhalb der Gasversorgungseinrichtung.

Das erstgenannte technische Problem wird durch eine Gasversorgungseinrichtung für einen Brennstoffzellenstapel gelöst, der Stege und eine an den äußeren Enden der Stege befestigte Außenwand aufweist. Die inneren Längskanten der Stege sind mit dem Brennstoffzellenstapel und entlang jeweils einer Querkante mit Deckplatten verbunden. Die Deckplatten wiederum schließen den Brennstoffzellenstapel in Längsrichtung ab.

Erfindungsgemäß ist also erkannt worden, daß durch Anbringen von Stegen an den Ecken eines Brennstoffzellenstapels und einer Außenwand, die an den Längskanten der Stege, vorzugsweise umlaufend, befestigt ist, erhebliche Materialkosten eingespart werden. Denn die Stege und die Außenwand unterliegen unterschiedlichen Materialanforderungen, so daß durch geeignete Wahl der Materialien und der Geometrie des Aufbaus neben Material- auch Bearbeitungskosten eingespart werden. Gleichzeitig werden durch den erfindungsgemäßen Aufbau und durch eine geeignete Wahl der verwendeten Materialien zuverlässig abgedichtete und elektrisch isolierende Gasversorgungskästen geschaffen, die auch den hohen thermischen Belastungen beim Betrieb eines Brennstoffzellenstapels standhalten.

Die Stege sind bei einem bevorzugten Aufbau zunächst entlang der inneren Längskanten mit dem Brennstoffzellenstapel jeweils mit einer Dichtfläche abgedichtet verbunden. In gleicher Weise sind die Stege an den Querkanten mit den Deckplatten abdichtend verbunden. Weiterhin erstreckt sich die Außenwand über die gesamte Länge des Brennstoffzellenstapels und zusätzlich über die Kanten der Deckplatten, wobei die Außenwand gegenüber den Längskanten der Stege und gegenüber den Deckplatten mit entsprechenden Dichtflächen abgedichtet ist. Somit werden durch den Brennstoffzellenstapel, die Deckplatten, die Stege und die Außenwand die Betriebsmittellräume der erfindungsgemäßen Gasversorgungseinrichtung gebildet.

In bevorzugter Weise besteht die Außenwand aus einer hochtemperaturbeständigen Metallfolie, deren Temperaturausdehnungsverhalten relativ gut an den Brennstoffzellenstapel angepaßt ist. Bestehende Unterschiede in der Temperaturausdehnung werden durch die geringe Dicke der Folie ausgeglichen. Denn die Betriebstemperaturen liegen oberhalb der Rekristallisationstemperatur des Metalls der Folie, so daß die Folie kriechfähig ist und nur geringe mechanische Kräfte in Längsrichtung des Brennstoffzellenstapels erzeugt.

Wird die erfindungsgemäße Gasversorgungseinrichtung für einen herkömmlichen Brennstoffzellenstapel mit Betriebstemperaturen im Bereich von 1000°C verwendet, so bestehen die Stege aus einer nicht leitenden und im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßten Oxidkeramik. Daher bestehen keine Probleme mit der elektrischen Isolierung der Stege gegenüber den einzelnen Brennstoffzellen innerhalb des Brennstoffzellenstapels.

Die Außenwand wird an den Außenkanten der Stege angelegt und anschließend mittels Andrückleisten und Spannringen an die Stege angeedrückt, so daß die zwischen Außenwand und Stegen angeordneten Dichtflächen keine mechanischen Kräfte kompensieren müssen, die durch unterschiedliche Temperaturausdehnungen der beteiligten Bauteile hervorgerufen werden.

Bei einem Brennstoffzellenstapel, der nach dem Substratkonzept hergestellt ist und nur eine niedrigere Betriebstemperatur benötigt, ist es möglich, für die Stege und auch für die Deckplatten statt einer im Temperaturausdehnungsverhalten angepaßten Oxidkeramik einen Stahl bzw. eine Le-

gierung zu verwenden, die im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßt sind. Dieses wird gerade durch die Reduzierung der Betriebstemperatur von 1000°C auf 700–800°C ermöglicht.

Dadurch werden wiederum die Material- wie auch die Produktionskosten reduziert, da preiswert herzustellende Bauteile aus herkömmlichen Materialien verwendet werden. Durch die Verwendung einer Legierung ist jedoch eine zusätzliche elektrische Isolierung der Stege wie auch der Deckplatte gegenüber dem Brennstoffzellenstapel zur Verhinderung eines elektrischen Kurzschlusses notwendig. Dieses ist jedoch dann unproblematisch, wenn für die Dichtflächen ein elektrisch isolierendes Material wie bspw. eine Glaskeramik verwendet wird.

Auch bei der Verwendung von metallischen Stegen ist eine Befestigung der Außenwand mit Hilfe von Andrückleisten und Spannringen – wie zuvor beschrieben – möglich. Jedoch kann in vorteilhafter Weise die metallische Außenwand an den metallischen Stegen durch eine stoffschlüssige Fügeverbindung, wie bspw. Löten oder Schweißen, befestigt werden. Dadurch wird gleichfalls die Montage vereinfacht, wobei auch die Zuverlässigkeit der Gasversorgungseinrichtung wegen der erhöhten mechanischen Festigkeit der Verbindung verbessert wird. Schließlich ist durch Anbringen einer durchgehenden Schweißnaht auch eine geeignete Abdichtung zwischen den Stegen und der Außenwand möglich. Eine Dichtfläche aus Glaslot bzw. Glaskeramik ist dann in vorteilhafter Weise nicht erforderlich.

Durch die Verwendung einer Legierung für Stege und Deckplatten wird in vorteilhafter Weise die Verbindung der Stege mit den Deckplatten mittels stoffschlüssiger Fügeverbindungen ermöglicht, ohne daß eine separate Dichtfläche notwendig ist. Ebenso wird die Befestigung von Anschlußflanschen für die Versorgung der Betriebsmittellräume der Gasversorgungseinrichtung mit Betriebsmitteln vereinfacht, da auch hier stoffschlüssige Fügeverbindungen angewendet werden können. Die Deckplatten müssen dann jedoch jeweils von den Endplatten elektrisch isoliert befestigt werden.

Es zeigt sich also, daß bei der bevorzugten Ausgestaltung der Gasversorgungseinrichtung die Verwendung von Metallen möglich ist, so daß bei den niedrigen Betriebstemperaturen von 700–800°C neben der Außenwand weitere Bauteile der Brennstoffzellenstapelanordnung aus Legierungen hergestellt werden können. Dadurch können diese Bauteile in einfacherer und zuverlässigerer Weise zu einer Brennstoffzellenstapelanordnung verbunden werden, als es im Stand der Technik bisher möglich gewesen ist.

In bevorzugter Weise werden die Dichtflächen zwischen den verschiedenen Bauteilen der Gasversorgungseinrichtung aus einem Glaslot bzw. einer Glaskeramik hergestellt, die sowohl eine gasdichte Verbindung als auch eine elektrisch isolierende Schicht bildet. Somit werden alle Anforderungen an die Dichtfläche, die zuvor aufgezeigt worden sind, erfüllt. Darüber hinaus ist die Glaskeramik bei den hohen Temperaturen kriechfähig, so daß die Dichtflächen auftretende mechanische Spannungen ausgleichen und abbauen können, da die Dichtflächen keine tragende Funktion besitzen.

Die Herstellung der Dichtflächen sowie der Zusammenbau des Brennstoffzellenstapels und der Gasversorgungseinrichtung sowie wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß den Ansprüchen 13 bis 15 durchgeführt. Dadurch wird das oben aufgeführte technische Problem der sicheren Abdichtung der Betriebsmittelwege innerhalb der Gasversorgungseinrichtung gelöst.

Ein Vorteil besteht dabei in der getrennten Herstellung von Stapel und Gasversorgungseinrichtung. Denn dadurch

können im Brennstoffzellenstapel vor dem Zusammenbau mit der Gasversorgungseinrichtung zunächst die Abdichtungen im Stapel überprüft und ggfs. nachgebessert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei auf die Zeichnung Bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 im Querschnitt eine erfindungsgemäße Gasversorgungseinrichtung,

Fig. 2 in einer Draufsicht die in Fig. 1 dargestellte Gasversorgungseinrichtung und

Fig. 3 in einer Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 2 die Anordnung der Einfüllöffnungen und der Versorgungskanäle.

In den Fig. 1 und 2 ist eine erfindungsgemäße Gasversorgungseinrichtung für einen Brennstoffzellenstapel 1 dargestellt, der aus einer Mehrzahl von Brennstoffzellen 2 und verbindenden Elementen 3, den sog. Interkonnektoren, zusammengesetzt ist. Die Versorgung der Brennstoffzellen 2 mit den Betriebsmitteln erfolgt über Betriebsmittelräume 4 und 5 bzw. 6 und 7, wobei die Brennstoffzellen 2 im sog. Kreuzstrom betrieben werden. Beispielsweise wird der Brennstoff über den Betriebsmittelraum 4 zu- und über den Betriebsmittelraum 5 abgeführt, während das Oxidationsmittel über die Betriebsmittelräume 6 und 7 zu- und abgeführt wird.

Erfindungsgemäß werden die Betriebsmittelräume 4 bis 7 der Gasversorgungseinrichtung durch den Brennstoffzellenstapel 1, Stege 8, eine umlaufende Außenwand 9 und Deckplatten 10 und 11 gebildet.

Zunächst sind die Stege 8 entlang der vier Ecken des Brennstoffzellenstapels 1 mit ihren inneren Längskanten verbunden, so daß sich im wesentlichen eine Kreuzform ergibt. Die Stege 8 stehen dabei radial von der Mitte des Brennstoffzellenstapels 1 nach außen gerichtet vom Brennstoffzellenstapel 1 ab. Weiterhin sind die Stege 8 mit Deckplatten 10 und 11 verbunden, die den Brennstoffzellenstapel 1 in Längsrichtung, also in vertikaler Richtung in Fig. 1 abschließen. Im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Stege 8 an der unteren Deckplatte 10 befestigt, während die obere Deckplatte 11 Aussparungen aufweist, die mit den Positionen der Stege 8 korrespondieren und durch die sich die Stege 8 im zusammengebauten Zustand erstrecken.

Weiterhin entspricht die Länge der Außenwand 9 mindestens der Höhe des Brennstoffzellenstapels 1 zuzüglich der Dicken der beiden Deckplatten 10 und 11, so daß die Außenwand an der gesamten Länge der Stege 8 und entlang der gesamten umlaufenden Kanten der Deckplatten 10 und 11 anliegt.

Damit die Betriebsmittelwege in geeigneter Weise voneinander getrennt sind und keine Verbindungen zwischen den einzelnen Betriebsmittelräumen – außer über die Brennstoffzellen selbst – bestehen, sind zunächst die Stege 8 gegenüber dem Brennstoffzellenstapel 1 sowie gegenüber den Deckplatten 10 und 11 abgedichtet, wobei entlang der Berührungsflächen der Bauteile Dichtflächen 12 und 13 ausgebildet sind.

Auch die Außenwand 9 ist gegenüber den Stegen 8 und den Deckplatten 10 und 11 abgedichtet, wobei Dichtflächen 14 und 15 zwischen den Bauteilen ausgebildet sind. Die Herstellung der Dichtflächen wird weiter unten genauer beschrieben.

Erfindungsgemäß besteht die Außenwand 9 aus einer hochtemperaturbeständigen Metallschicht, die auch bei Temperaturen von bis zu 1000°C formstabil ist. Werden nun für die Stege 8 keramische Materialien verwendet, so besteht die Metallschicht vorzugsweise aus einer Metallfolie, deren Dicke dabei beispielsweise 50 µm beträgt. Es sind je-

doch auch andere Dicken möglich. Es ist jedenfalls notwendig, daß durch die Metallfolie bei den während des Betriebes auftretenden Temperaturzyklen nur geringe mechanische Spannungen erzeugt werden, die nicht zu einer Belastung des Brennstoffzellenstapels führen. Dabei ist es von Vorteil, daß sich die Metallschicht im Temperaturbereich von 700–1000°C oberhalb des Rekristallisationspunktes befindet und somit kriechfähig ist. Temperaturexpansionen des Brennstoffzellenstapels 1 und der Stege 8 können somit innerhalb der Metallfolie kompensiert werden.

Wie oben beschrieben worden ist, bestehen die Stege 8 und die Deckplatten 10 und 11 entweder aus einer nicht leitenden und im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßten Oxidkeramik oder aus einem im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßten ferritischen Stahl bzw. einer Legierung. Dabei können die letztgenannten Materialien nur bei Betriebstemperaturen des Brennstoffzellenstapels 1 im Bereich von 700–800°C für Stege und Deckplatten angewendet werden, da nur für diese Temperaturen ein ausreichend angepaßtes Temperaturexpansionsverhalten erzielt werden kann. In diesem Fall kann die Außenwand auch aus einem Metallblech hergestellt werden. Denn wegen des ähnlichen Temperaturexpansionsverhaltens von Stegen und Außenwand kann die Außenwand selbst nur geringe mechanische Spannungen aufgrund des eigenen Temperaturexpansionsverhaltens auf die Verbindung zwischen Stegen und der Außenwand ausüben.

Als Oxidkeramik steht dabei eine nicht leitende und im Temperaturexpansionsverhalten angepaßte Hochtemperaturoxidkeramik wie bspw. Aluminiummagnesiumspinell ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) zur Verfügung. Als Legierung wird dagegen eine Hochtemperaturlegierung mit den Hauptbestandteilen Chrom und Eisen wie bspw. hitzebeständiger ferritischer Stahl verwendet.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Außenwand 9 an den Stegen mit Hilfe von Andrückleisten 16 und Spannringen 17 befestigt. Diese kraftschlüssige Verbindung ist insbesondere dann anzuwenden, wenn die Stege 8 aus keramischem Material und die Außenwand 9 aus einer Metallfolie bestehen. Sind dagegen die Stege ebenfalls aus einem Stahl oder sonstigen Legierung hergestellt, so kann die Außenwand 9 auch durch eine stoffschlüssige Fügeverbindung, beispielsweise durch Löten oder Schweißen, mit den Stegen verbunden sein. Die stoffschlüssige Befestigung stellt dabei eine sicherere Verbindung der Außenwand 9 und der Stege 8 dar.

Die Dichtflächen 12 bis 15 bestehen aus einer im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßten Glaslot- bzw. Glaskeramikschiicht, die nach dem Zusammenbau des Brennstoffzellenstapels 1 aufgebracht werden. Dabei wird eine Glaskeramikschiicht bevorzugt, da sie wegen des Temperaturexpansionsverhaltens und wegen des geringen elektrischen Widerstandes besonders gut für die Dichtfläche geeignet ist. Dafür sind zunächst an den Stegen 8 an der innen liegenden Längskante Nuten 18 und an der außen liegenden Längskante Nuten 19 ausgebildet, die der Aufnahme einer aus Glaskeramikpulver und einem Binder bestehenden Glaskeramikpaste dienen. Weiterhin sind an den Deckplatten Nuten 20 für den gleichen Zweck ausgebildet.

Wie in Fig. 3 im Ausschnitt dargestellt ist, sind zum Einfüllen der Glaskeramikpaste an der Deckplatte 10 Einfüllöffnungen 21 in Form von Stützen angebracht. Weiterhin sind in der Deckplatte 10 Versorgungskanäle 22 und 23 angeordnet, die in Verbindung mit den Nuten 18 und 19 stehen. Dabei ist beispielsweise der Versorgungskanal 22 innerhalb des Steges 8 als Versorgungskanal 24 verlängert ausgebildet. Weiterhin sind in der Zeichnung nicht dargestellte Versorgungskanäle vorgesehen, die innerhalb der

Deckplatte 10 radial nach außen verlaufen, um die umlaufende Nut 20 mit Glaskeramikpaste zu versorgen.

Der Aufbau der erfindungsgemäßen Gasversorgungseinrichtung wird im folgenden beschrieben. Zunächst werden entlang der späteren Anlageflächen der verschiedenen Bauteile zumindest in einem der Bauteile Nuten 18, 19 und 20 vorgesehen, die die Glaskeramik aufnehmen und führen werden. Dabei werden die Nuten 18, 19 und 20 vorzugsweise entweder an den Kanten der Stege 8 oder der Deckplatten 10 bzw. 11 angebracht. Weiterhin sind an der Deckplatte 10 zum Aufbringen der Glaskeramik Einfüllöffnungen 21 und in der Deckplatte 10 Versorgungskanäle 22 und 23 vorgesehen, durch die eine Glaskeramikpaste, wie im folgenden beschrieben wird, zu den Dichtflächen 12 bis 15 geführt wird.

Als nächstes werden an der unteren Deckplatte 10 Stege 8 befestigt, die im Abstand der äußeren Abmessungen der Ecken der anzuordnenden Brennstoffzellen angeordnet sind. In den von den Stegen 8 mit den inneren Kanten aufgespannten Raum werden anschließend die Brennstoffzellen 2 und die verbindenden Elemente 3 in ihrer vorgesehenen Ausrichtung übereinander gestapelt. Die Anzahl der Brennstoffzellen 2 ist dabei durch die Länge des Brennstoffzellenstapels 1 im fertigen, d. h. zusammengedrückten Zustand, vorgegeben, wobei die Höhe des Brennstoffzellenstapels 1 geringer als die Länge der Stege ist.

Danach wird die obere Deckplatte 11 auf den Brennstoffzellenstapel 1 aufgesetzt, wobei sich die Stege 8 durch entsprechende Aussparungen in der oberen Deckplatte 11 erstrecken. Auf die obere Deckplatte 11 werden dann Gewichte aufgesetzt, um den gesamten Brennstoffzellenstapel 1 zusammenzudrücken und um einen ausreichenden mechanischen und elektrischen Kontakt zwischen den einzelnen Schichten zu gewährleisten.

Weiterhin wird die Außenwand 9 der Gasversorgungseinrichtung um die Stege 8 und die Außenkante der unteren und oberen Deckplatten 10 und 11 herum angeordnet, so daß die für die Versorgung des Brennstoffzellenstapels 1 mit Betriebsmitteln notwendigen Betriebsmittlräume 4 bis 7 gebildet werden. Dabei ist es erforderlich, daß sich einerseits die Außenkanten der Stege 8 bis an die umlaufende Außenkante der Deckplatte 10 und 11 erstrecken und daß andererseits die Höhe der Außenwand 9 mindestens der Länge des Brennstoffzellenstapels 1 und der beiden Deckplatten 10 und 11 entspricht. Die Außenwand wird danach mittels Andrückleisten 16 und Spannringen 17 fixiert.

Anschließend werden die Dichtflächen 12 bis 15 zwischen den verschiedenen Bauteilen der Gasversorgungseinrichtung hergestellt. Dazu wird eine aus Glaskeramikpulver und einem Binder bestehende Paste in die Einfüllöffnungen 21, die an der Deckplatte 10 angeordnet sind, eingeführt.

Über die Versorgungskanäle 22 bis 24 sowie über nicht dargestellte Versorgungskanäle, die mit den herzustellenden Dichtflächen 12 bis 15 durchgehend verbunden sind und in der Deckplatte 10 und ggfs. in den Stegen 8 ausgebildet sind, wird dann mittels Anwendung eines Überdruckes von bis zu 20 bar die Paste zunächst entlang der abzudichtenden Kontaktflächen zwischen den Bauteilen verteilt. Anschließend wird die Glaskeramik unter Anwendung einer hohen Temperatur gesintert. Die somit entstehende Glaskeramikschicht bildet dann eine zuverlässige Abdichtung, die zudem elektrisch isolierend ist.

Patentansprüche

1. Gasversorgungseinrichtung für einen Brennstoffzellenstapel mit Stegen (8), die an inneren Längskante mit

dem Brennstoffzellenstapel (1) und entlang jeweils einer Querkante mit Deckplatten (10, 11) verbunden sind, die den Brennstoffzellenstapel (1) in Längsrichtung abschließen, und
- mit einer an den äußeren Enden der Stege (8) befestigten Außenwand (9).

2. Gasversorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Außenwand (9) mindestens über die gesamte Länge des Brennstoffzellenstapels (1) und der Deckplatten (10, 11) erstreckt.
3. Gasversorgungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Andrückleisten (16) und Spannringe (17) die Außenwand (9) an den Stegen (8) und den Deckplatten (10, 11) befestigen.
4. Gasversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (9) aus einer hochtemperaturbeständigen Metallschicht, vorzugsweise aus einer Metallfolie besteht.
5. Gasversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (8) aus einer nicht leitenden und im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßten Oxidkeramik bestehen.
6. Gasversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (8) aus einem im thermischen Ausdehnungsverhalten angepaßten ferritischen Stahl bzw. Legierung bestehen und am Brennstoffzellenstapel (1) elektrisch isoliert befestigt sind.
7. Gasversorgungseinrichtung nach der Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (9) an den Stegen (8) und an den Deckplatten (10, 11) mit einer stoffschlüssigen Fügeverbindung befestigt ist.
8. Gasversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (8) gegenüber dem Brennstoffzellenstapel (1) und gegenüber den Deckplatten (10, 11) mit Dichtflächen (12, 13) abgedichtet sind.
9. Gasversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (9) gegenüber den Stegen (8) und den Deckplatten (10, 11) mit Dichtflächen (14, 15) abgedichtet ist.
10. Gasversorgungseinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtflächen (12, 13, 14, 15) aus einer Glaslotschicht, vorzugsweise aus einer Glaskeramikschicht bestehen.
11. Gasversorgungseinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß für die Aufbringung der Dichtflächen (12, 13, 14, 15) entlang der abzudichtenden Flächen Nuten (18, 19) in den Stegen (8) bzw. den Deckplatten (10, 11) vorgesehen sind.
12. Gasversorgungseinrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß für ein Aufbringen der Glaslot- bzw. Glaskeramikschichten in zumindest einer der Deckplatten (10, 11) Einfüllöffnungen (21) und Versorgungskanäle (22, 23, 24) vorgesehen sind.
13. Verfahren zur Herstellung von Dichtflächen zwischen Bauteilen eines Brennstoffzellenstapels und einer Gasversorgungseinrichtung nach einem der vorangegangenen Vorrichtungsansprüche,
 - bei dem zumindest in einen in einer der Deckplatten angeordneten Versorgungskanal eine aus Glaslot- bzw. Glaskeramikpulver und einem Binder bestehende Paste eingefüllt wird, wobei der Versorgungskanal mit der herzustellenden Dichtungsfläche durchgehend verbunden ist, und
 - bei dem unter Anwendung eines Überdruckes die Paste entlang der Dichtfläche verteilt und

– anschließend unter Anwendung einer hohen Temperatur ausgehärtet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Paste entlang der abzudichtenden Fläche durch zumindest eine Nut geführt wird, die in einem der die Dichtfläche 5 umgebenden Bauteile ausgestaltet ist.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, bei dem zunächst der Brennstoffzellenstapel ohne Dichtflächen an den Stegen, den Deckplatten oder der Außenwand zusammengebaut wird und anschließend die Dichtflächen 10 zwischen den Bauteilen hergestellt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

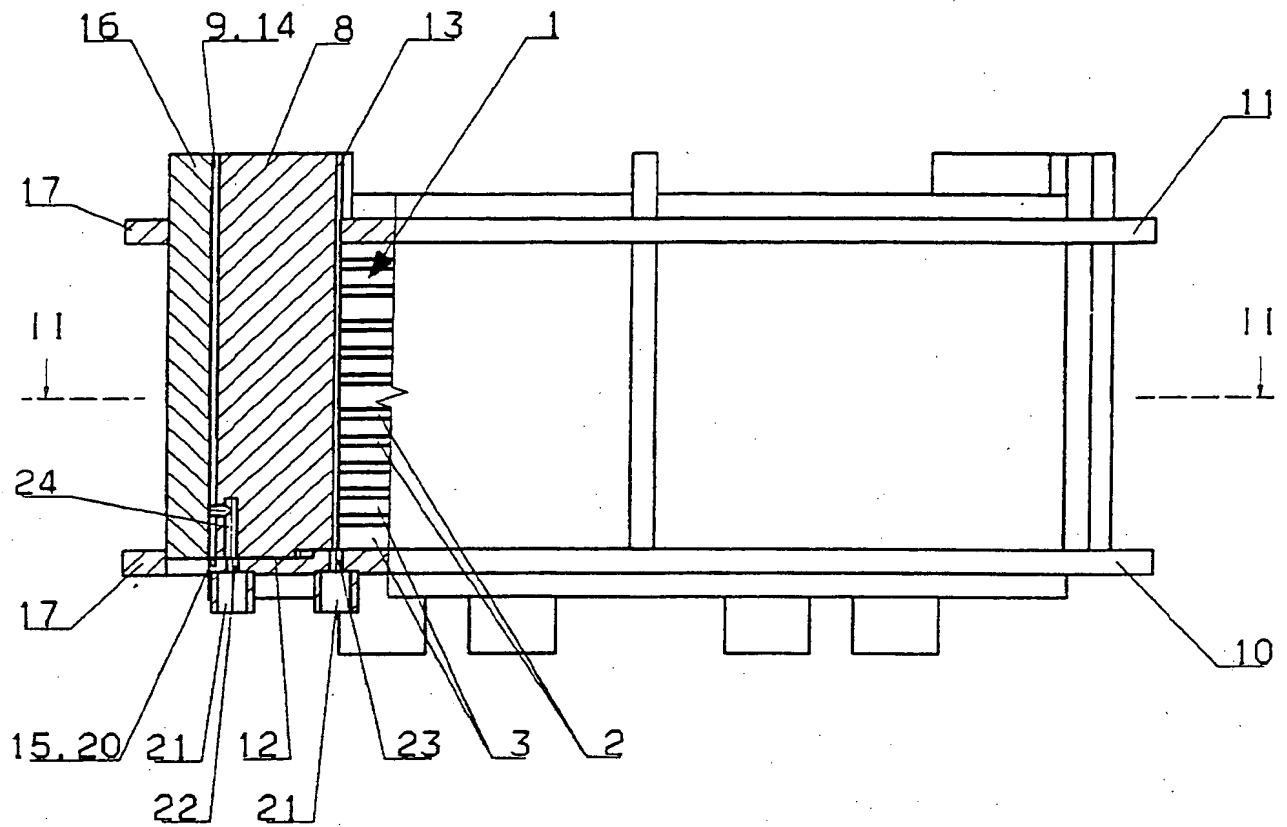


Fig. 1

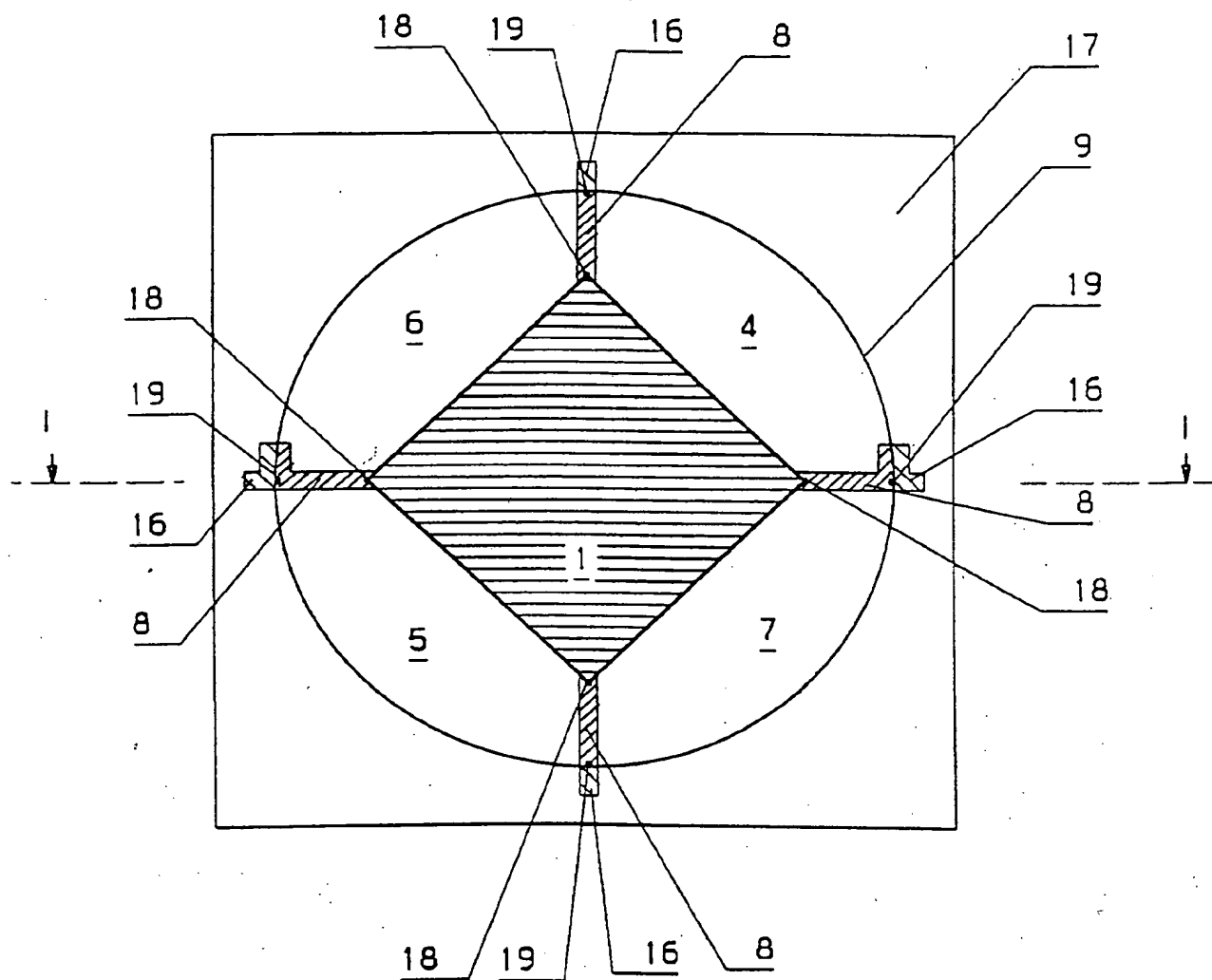


Fig. 2

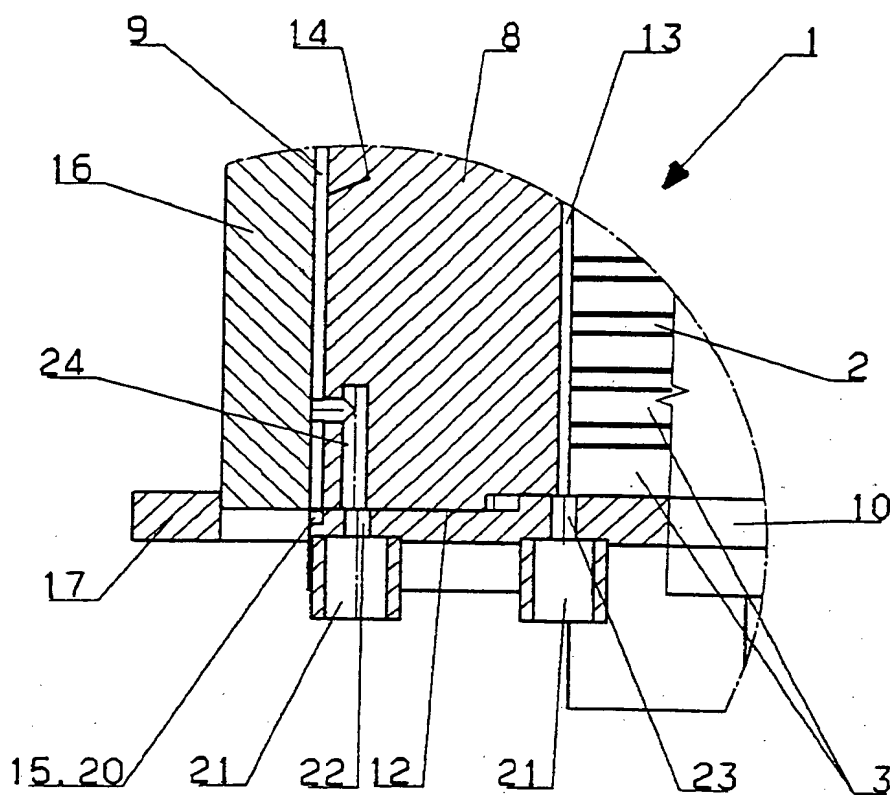


Fig. 3